

CONTRIBUIÇÃO PARA A CARACTERIZAÇÃO DE PAREDES DE TERRA CRUA

Carlos Miguel Rocha¹; Paulina Faria Rodrigues²

¹ Rua dos Fidalgos, nº20 - 7830-350 Serpa – Portugal
Tel.: [pt] 00 351 919238787 ; [es] 00 34 635677469; e-mail: arqmiguelrocha@hotmail.com

² Faculdade de Ciências e Tecnologia - Universidade Nova de Lisboa 2829-516 Caparica
Tel.00 351 212948580; fax.00 351 212948398; e-mail: mpr@fct.unl.pt

Tema 4: Investigação, ensino e formação/capacitação/transferência

Palavras-chave: taipa, murete, acompanhamento, comparabilidade

Resumo

Descreve-se a execução um parque de muretes de taipa construídos nas instalações da Escola de Artes e Ofícios Tradicionais de Serpa (EAOTS) e as vicissitudes que conduziram ao seu abandono. Apresentam-se as conclusões que foram retiradas desta experiência, em termos de custos, rendimentos e taipas resultantes (em função dos tipos de terras utilizadas e das compactações realizadas) e do acompanhamento visual do parque durante os seus anos de vida. Descreve-se a execução de um segundo parque de muretes de taipa construídos nas instalações da Escola Profissional de Desenvolvimento Rural de Serpa (EPDRS) em colaboração com a Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa (FCT/UNL). Acompanha-se por avaliação visual o seu processo de envelhecimento ao longo de seis anos em exposição natural. Descreve-se a realização de provetes de taipa (que se pretendeu semelhante à dos muretes) e refere-se a futura caracterização em laboratório das terras e dos provetes com elas realizados. Referem-se as etapas seguintes a desenvolver sobre o parque de muretes, nomeadamente ao nível de ensaios não destrutivos de caracterização dos muretes in situ e da avaliação do desempenho de sistemas de reboco.

1. Introdução

Este artigo pretende salientar a importância que a diversos níveis pode ser desempenhada pela execução de um parque de diversos muretes de taipa numa Escola Profissional, com o Curso de Mestre de Construção Civil Tradicional. Desde logo, o estudo e sistematização necessários à preparação da execução dos muretes por parte dos executantes; de seguida, a experiência prática adquirida por estes ao longo do desenvolvimento da obra, permitindo aferir *in loco* distinções em termos das diferentes terras utilizadas e de diferentes métodos de compactação; posteriormente, a possibilidade de se acompanhar o “envelhecimento” das paredes, em termos visuais ou monitorizando determinadas características específicas que se pretendam determinar. Este tipo de execução facilita ainda uma caracterização das terras utilizadas e de eventuais provetes que possam ser executados em paralelo com os muretes propriamente ditos. Por fim, cria os suportes necessários para que sobre eles possam vir a ser aplicadas argamassas de revestimento das paredes e aferido o comportamento de sistemas de reboco específicos para paredes de taipa. No caso em questão, estes campos experimentais serviram de apoio às aulas de Oficina Tecnológica e de Tecnologias, Equipamentos e Matérias-primas, do curso de Mestre de Construção Civil Tradicional, regidas à data pelo Arq. Miguel Rocha e pela Arq. Maria Fernandes.

2. Parque de muretes da EAOTS, na Horta do Chó, em Serpa

A execução deste parque de muretes foi realizada no âmbito de uma Prova de Aptidão Profissional de um grupo de três alunos do curso anteriormente referido, sob a orientação do arq. Miguel Rocha (figura 1)[1].



Figura 1 - Parque de muretes da EAOTS, na Horta do Chó, em Serpa.

Numa área rectangular e com afastamento de um metro de distância realizaram-se doze muretes de taipa, segundo três alinhamentos. A orientação solar dos muretes foi feita de modo que fosse igual para todos e que cada um ficasse com as duas faces maiores expostas, respectivamente, a Norte e a Sul e as duas faces mais pequenas por sua vez expostas a Nascente e a Poente. Os muretes possuem fundações em betão ciclópico, com 0,40 m de profundidade e um embasamento com altura de 0,30 m de alvenaria de pedra.

Foi dada particular atenção ao grau de humidade da terra que, depois de preparada, foi vertida para dentro das cofragens, em camadas não superiores a 0,10 m e aí devidamente compactada. Para que a terra não ficasse em contacto directo com o betão, imediatamente por cima deste foi colocada uma fiada periférica de tijolos maciços tradicionais (3,5 cm x 11 cm x 22 cm), servindo de assentamento à taipa. Cada murete foi constituído por dois blocos de taipa separados por uma nova fiada periférica de tijolos maciços tradicionais, resultando em painéis de 0,50 m de espessura, 1,00 m de altura e 1,00 m de comprimento. Os muretes foram cobertos com duas vertentes de telha de canudo tradicional, para protecção das águas pluviais, reproduzindo o sistema tradicional de cobertura das construções de taipa.

2.1 Realização dos muretes

A realização destes muretes decorreu durante os meses Junho e Julho de 1999 (figura 2), de forma tradicional. Para a realização dos blocos de taipa utilizaram-se dois taipais (pranchas) em madeira de pinho, que assentam sobre três agulhas, colocadas no meio e em cada extremo. Estas são constituídas por uma barra de aço de secção quadrada, formando um “T” e perfuradas a várias distâncias (conforme a espessura requerida para a parede, do lado oposto do “T”) onde são colocadas as chavetas (fechos) ou por roscas. Lateralmente os taipais são amparados pelos costeiros, que fazem forquilha nas agulhas, num total de seis (três pares). Nas partes superiores de cada par de costeiros é passada uma corda apertando o taipal. Fazendo barreira à terra que é vertida na direcção longitudinal existe o frontal ou comporta, em madeira de pinho. Para manter as equidistâncias dos taipais são colocadas, superiormente às agulhas, umas pequenas ripas de madeira designadas por côvados, com a espessura da taipa requerida. As agulhas para a constituição do taipal superior serão colocadas nos espaços deixados nos lugares dos côvados do taipal inferior.

Foram utilizados três tipos diferentes de terras, procedentes de distintas zonas do concelho de Serpa (**terras A, B e C**), designadas por terra cinzenta, terra castanha e terra amarela, tendo com cada uma delas sido executados quatro muretes (**muretes 1, 2, 3 e 4**).

Nos **muretes 4**, a terra foi utilizada sem adição de qualquer material estabilizante; nos **muretes 3** foram utilizados 15% de cal hidráulica como estabilizante e nos **muretes 2** recorreu-se a uma estabilização de 8% de cimento. Todos estes muretes foram compactados manualmente com malho (maço ou pilão).

Os **muretes 1** foram realizados também com cada uma das três terras, sem material estabilizante, mas foram compactados com calcador de ar comprimido (martelo pneumático).

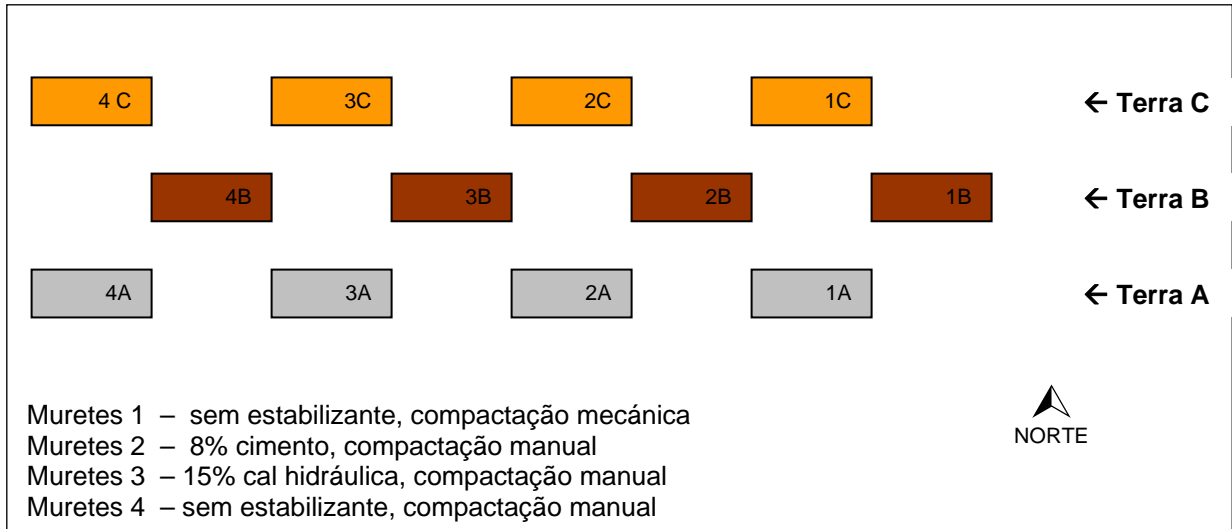


Figura 2 - Configuração, implantação e orientação do parque de muretes da Horta do Chó.

2.2 Caracterização das terras utilizadas nos muretes

As diferentes terras (**A**, **B** e **C**) utilizadas nos muretes, já visualmente identificadas como terras cinzenta, castanha e amarela, foram sujeitas a ensaios de identificação laboratorial, nomeadamente análise granulométrica e limites de consistência – liquidez e plasticidade.

2.3 Rendimento do trabalho, compactação do material e evolução ao longo do tempo

A diferenciação preconizada entre os muretes permitiu comparar o rendimento do trabalho e o rendimento do material entre as diferentes terras e métodos de compactação, e também o comportamento dos diferentes muretes perante a acção dos agentes atmosféricos.

Relativamente à execução dos muretes verificou-se que quando a compactação era manual, a terra amarela (designada por **C**) possibilitava a compactação de maior quantidade de material num menor período de tempo, comparativamente às outras terras e independentemente de existir ou não estabilização por introdução de ligantes. Quanto à diferenciação do tipo de compactação entre muretes de terra sem estabilização, verificou-se que a compactação mecânica conduziu à introdução de muito mais material num muito mais curto período de tempo, resultando uma taipa muito compacta.

Todos os muretes têm exposição semelhante, embora os da fila intermédia se encontrem ligeiramente mais protegidos que os das filas exteriores e os situados nos topos das filas.

Como o espaço da Horta do Chó deixou de poder ser utilizado pela Escola de Artes e Ofícios Tradicionais de Serpa, pelo facto de esta ter mudado de instalações, como resultado da sua fusão com a Escola Profissional de Agricultura de Serpa, este parque

de muretes perdeu parte das finalidades para que foi construído, embora, a nível particular, se tenha continuado a fazer o seu acompanhamento.

Em termos de avaliação das alterações das características dos muretes ao longo do tempo verificou-se, por simples observação visual, que passados seis anos de exposição aos agentes atmosféricos, os diferentes muretes apresentam níveis desiguais de degradação da superfície. O aspecto mais evidente é que os muretes em que a terra foi estabilizada com cal hidráulica são os que apresentam menor grau de degradação da superfície, isto para os três tipos de terra. Também os muretes em que a terra foi compactada com meios mecânicos apresentam um bom estado de conservação.

3. Parque de muretes na EPDRS, na Herdade da Bemposta, em Serpa

Resultando de uma colaboração entre a EPDRS e a FCT/UNL procedeu-se à execução de outro parque de muretes, a fim de, numa primeira fase, se poder vir a acompanhar o seu envelhecimento ao longo do tempo (figura 3)[2].

Numa segunda fase, pretende-se vir a proceder à caracterização das terras utilizadas, de provetes semelhantes aos muretes e dos próprios muretes. Posteriormente pretende-se proceder à aplicação e monitorização de diferentes sistemas de reboco e respectivos acabamentos sobre os paramentos dos muretes, e à análise do seu comportamento e compatibilidade com o suporte.

O trabalho de execução dos muretes foi integrado no desenvolvimento das aulas práticas da disciplina de Oficina Tecnológica.

Numa área rectangular preconizou-se a realização dos muretes de terra crua, segundo dois eixos com afastamento de um metro de distância entre eles. Todos eles têm a orientação Norte/Sul, com as duas faces maiores expostas uma a Nascente e a outra a Poente. Apesar de terem exposição semelhante, os muretes situados nos topos das filas encontram-se ligeiramente mais expostos.

Tal como no caso anterior, todos os muretes têm protecções na base e no seu topo. Na base existe um pequeno soco em betão ciclópico, com altura de cerca de 0,25 m, para que a terra não fique em contacto directo com o solo. A protecção superior foi conseguida por um capeamento em tijoleira, à feição dos antigos muros das hortas e dos quintais da zona de Serpa. Cada murete é constituído por dois blocos de taipa sobrepostos, executados da forma tradicional, tal como no parque de muretes da Horta do Chó, anteriormente descrito.



Figura 3 - Parque de muretes da EPDRS, na Herdade da Bemposta, em Serpa.

3.1 Realização dos muretes

Como o anterior, este parque é igualmente constituído por doze muretes, tendo sido realizados os seis primeiros na Primavera de 2000 e os restantes seis concluídos em

Maio de 2001 (figura 4). Contam actualmente com 5 e 4 anos, respectivamente, de exposição natural.

Foram utilizadas quatro terras diferentes da zona de Serpa, designadas por **terra A** (proveniente do limite urbano a Poente da cidade - **muretes 1 a 4**), **terra B** (da zona das Barreiras Brancas, em Pias - **murete 5**), **terra C** (da Herdade da Bemposta, em Serpa, ou seja, do próprio local - **muretes 10 a 12**) e **terra D** (da zona do Forte, também em Serpa - **muretes 7 a 9**).

Nos **muretes 8 e 12** as terras foram estabilizadas com introdução de uma parte de cal hidráulica para cada sete partes de terra (12% de cal hidráulica). As terras dos **muretes 9 e 10** foram joeiradas (crivadas) por peneiro com malha de 1 cm, isto com a finalidade de lhes separar e retirar o cascalho. Todas as taipas foram compactadas manualmente, excepto a do **murete 11** que foi compactada mecanicamente.

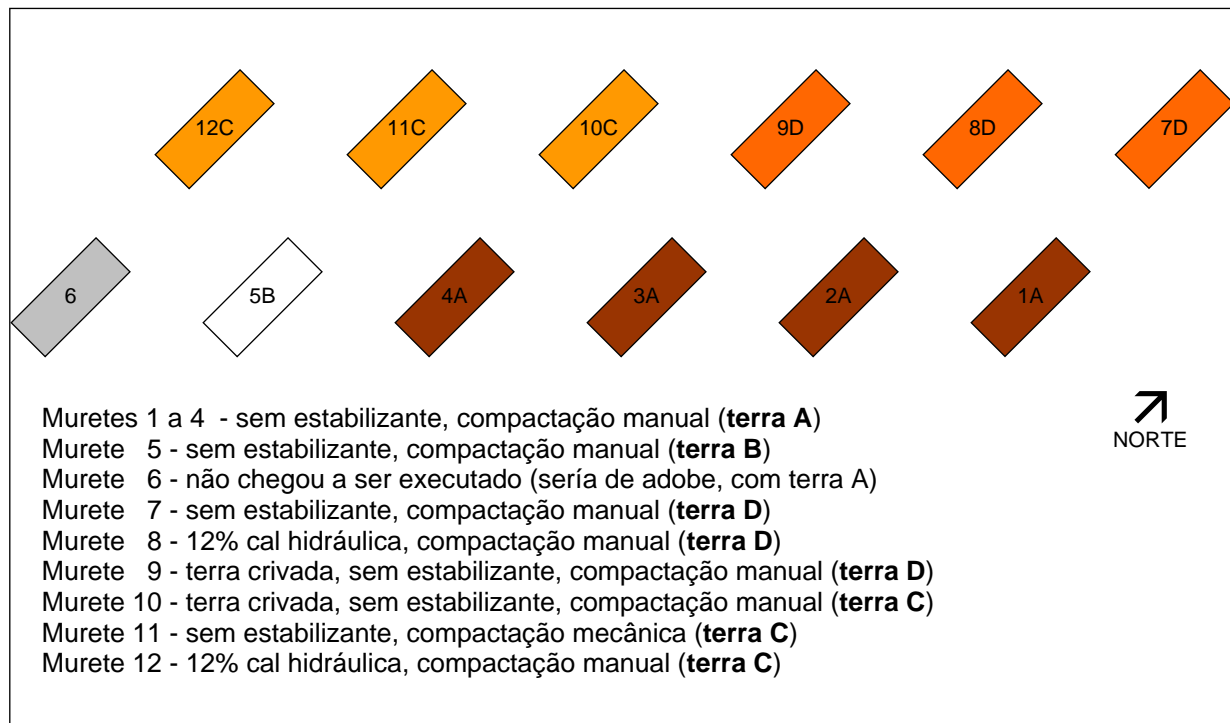


Figura 4 - Configuração, implantação e orientação do parque de muretes da Herdade da Bemposta.

3.2 Comparação entre muretes durante a execução

A diferenciação preconizada entre os muretes permitiu aferir a diferenciação do trabalho de execução das taipas com as diferentes terras (sem ou com estabilização por cal hidráulica; sujeita ou não a crivagem prévia da terra; com compactação manual ou mecânica) e o comportamento dos diferentes muretes perante a acção dos agentes atmosféricos ao longo do tempo.

Relativamente à execução dos muretes não se verificaram diferenças assinaláveis em relação ao parque antes descrito.

Quanto à diferenciação de modos de compactação entre muretes de uma das terras sem estabilização, verificou-se que a compactação mecânica conduziu à introdução de muito mais material num muito mais curto período de tempo mas, por outro lado, “sacrificando” bastante mais as cofragens e exigindo um grande controlo da pressão debitada pelo compressor, para não danificar as madeiras.

Nos muretes em que a terra tinha sido crivada (**muretes 9 e 10**) verificou-se que a compactação foi mais “pesada ou dura” e mais demorada, e também que o tempo de secagem foi bastante maior.

3.3 Caracterização das terras utilizadas nos muretes

As terras que constituíram a matéria prima para a execução dos muretes irão ser caracterizadas em termos mais expeditos (ensaios de campo - identificação visual e táctil) e em laboratório. Os ensaios de campo que podem ser realizados no local, por não necessitarem de equipamento “pesado”, permitem tem uma primeira apreciação do tipo de solo e avaliar a necessidade ou não de recorrer a ensaios de laboratório mais específicos e precisos. Entre estes últimos, as terras utilizadas serão objecto das análise de identificação a que tinham sido sujeitas as terras do parque de muretes da EAOTS – granulometria (e sedimentação) e limites de consistência (liquidez, plasticidade, retracção) -, mas ainda a ensaio de compactação Proctor (para avaliar a sensibilidade à compactação de cada terra e o grau de humidade mais indicado para a atingir) e resistência à compressão (vide 3.4)[3]. Pretende-se classificar as diferentes terras utilizadas e comparar as características apresentadas. Simultaneamente pretende-se também aproveitar o exercício para otimizar procedimentos de ensaio e equipamentos a utilizar, e definir uma seriação de quais os ensaios considerados mais importantes, a realizar sistematicamente, função do equipamento disponível.

Pretende-se poder vir a comparar os resultados obtidos com as observações realizadas sobre os muretes e com parâmetros definidos na bibliografia.

3.4 Realização de provetes de taipa *in situ* para caracterização em laboratório

Com a finalidade de proceder a ensaios laboratoriais de caracterização física e mecânica, foram produzidos uma série de provetes com as distintas terras. Para tal, foram realizados vários blocos cúbicos com 14 cm de lado, compactados numa máquina TERSTARAM de produção de BTC. A opção de produzir os provetes por este sistema, tentando de algum modo reproduzir a taipa executada nos muretes, foi condicionada pela forma que estes deveriam apresentar para que tivessem a configuração adequada aos equipamentos de laboratório e às normas e especificações estabelecidas para os ensaios.

Os provetes 1 a 8 foram feitos com terra **A**, do limite urbano de Serpa; 9 a 14, com terra **B** de Pias (granítica); 15 e 16 com a mesma terra **B** mas estabilizada com 10% de cal hidráulica; 17 e 18 com a mesma terra **B**, mas estabilizada com 10% de cimento; 19 e 20 com terra **D** da zona do Forte de Serpa, estabilizada com 5% de cal hidráulica e 5% de cimento; 21 a 24 com terra **A** joeirada por malha de 1 cm; 25 e 26 com terra **C** estabilizada com 10% de cal hidráulica; 27 e 28 com terra **D** estabilizada com 10% de cal hidráulica.

Estes provetes foram realizados em 2001 e desde então têm permanecido em cura numa sala condicionada em termos de temperatura e humidade relativa da FCT/UNL, no Campus da Caparica. Pretender-se submeter todos estes provetes cúbicos de taipa a ensaio de compressão em prensa. Através da análise dos resultados pretende vir a aferir-se a resistência à compressão obtida com diferentes terras (**A** e **B** sem estabilização; **B**, **C** e **D** com respectiva estabilização com 10% de cal hidráulica), com a mesma terra, precedida ou não de peneiração (terra **A**), e a influência do tipo de ligante utilizado como estabilizante (terra **B** com 10% de cal hidráulica ou cimento; terra **D** com 10% de cal hidráulica ou com 5% de cal hidráulica e 5% de cimento).

Paralelamente, pretende-se proceder à realização de provetes cilíndricos (recorrendo ao molde do ensaio Proctor) para execução de ensaios de compressão não confinada e análise comparativa de resultados entre provetes cilíndricos das diferentes terras mas também entre os dois tipos de ensaios de compressão.

3.5 Caracterização *in situ* dos muretes

Após a conclusão dos muretes de taipa (2001), estes foram sujeitos a ensaios não destrutivos de caracterização *in situ*, por esclerómetro e ultra-sons. Pretende-se vir a repetir essa avaliação após ter decorrido algum tempo e complementá-la com a avaliação da resistência à compressão através de equipamento designado por “macacos planos”. De novo procurar-se-á comparar os resultados obtidos entre os diferentes muretes e relacioná-los com a restante caracterização a efectuar e com a avaliação visual do envelhecimento que tem vindo a ocorrer.

3.6 Estudo sobre os sistemas de reboco a aplicar sobre os muretes

Os paramentos dos muretes constituirão uma base excelente para a aplicação de sistemas de revestimento. Paramentos de muretes realizados do mesmo modo, com a mesma terra, idêntica estabilização e compactação, e sujeitos à mesma exposição, apresentam uma área suficientemente grande para que diferentes soluções possam vir a ser avaliadas. Há possibilidade de analisar e comparar diferentes situações: a superfície que é deixada sem qualquer tratamento; a eventual aplicação de caiação directa sobre a superfície de taipa; a existência ou não de preparação do suporte com água de cal prévia à aplicação de um reboco, a aplicação de sistema de reboco com argamassas de cal aérea ou com argamassas de cal aérea e componente pozolânico, e eventuais alterações relativas a traços, à amassadura, ao modo de aplicação, número de camadas e tipo de cura; a aplicação de caiação ou de pintura com tinta de silicatos. O acompanhamento dos sistemas de revestimento ao longo do tempo permitirão avaliar a influência de distintos factores que possam ser fundamentais para o seu bom comportamento e aferir quais as melhores soluções [4].

4. Discussão dos resultados e conclusões

Tal como referido anteriormente, este artigo pretende salientar a importância que a diversos níveis pode ser desempenhada pela execução de um parque de diversos muretes de taipa numa Escola Profissional, o treino que implica, as comparações que possibilita entre as diferentes alternativas, as questões que deixa em aberto e as análises e respostas que podem ser obtidas da realização de um trabalho como este.

Algumas das questões que mais frequentemente se colocam quando se pretende implementar um projecto de uma edificação com taipa são questões como: “*Que empresa a pode construir?*”... ou... “*Onde se encontra a mão-de-obra especializada?*” E as respostas não abundam. Daí que seja fundamental a formação que nesta área possa ser ministrada a futuros técnicos – no caso em questão, mestres de construção civil tradicional, com equivalência ao 12º ano do ensino secundário – que possam vir a estar habilitados para actuarem em património construído em terra crua e em obra nova que recorra a estas técnicas. Um dos aspectos mais importantes que ressaltam da realização destes dois parques de muretes é, sem dúvida, a sua componente formativa. A este nível podemos assegurar, sem qualquer reserva, que o seu objectivo se cumpriu: foi formada mão-de-obra especializada.

Com a associação à investigação, foi possível alargar o âmbito estrito de formação de mão-de-obra à análise do comportamento a mais longo prazo dos objectos executados. Tornou-se possível a recolha de dados que complementam os conhecimentos, nomeadamente ao nível dos rendimentos, possibilidades de estabilização e de compactação. Esta associação de esforços entre formação/execução/investigação permitirá ainda a possibilidade de comparar o aspecto visual resultante (e respectivo envelhecimento) com as características inerentes às próprias terras utilizadas e aos processos construtivos implementados. Simultaneamente, os muretes permitem a avaliação *in situ* e em condições idênticas, de determinadas características que se

pretendem avaliar relativas à resistência das paredes e ainda ao comportamento de sistemas de rebocos que se considerem à partida adequados para suportes de taipa. Várias destas áreas serão, sem dúvida, boas oportunidades de investigação.

Por último, mas não menos importante, a importância da cooperação entre duas instituições de ensino de diferentes níveis, aproveitando, rentabilizando e pondo em comum os recursos materiais e os potenciais humanos de cada uma.

Reproduzindo e comentando as palavras do arquitecto Fernando Pinto *“um dos maiores valores deste parque de muretes [da Horta do Chó] é que é um trabalho não terminado”*, querendo-se com isto dizer que a sua importância reside no facto de ter que ser acompanhado ao longo dos anos e a sua finalidade não ser concluída no momento em que termina a sua execução.

A realização e o acompanhamento destes dois parques de muretes ao longo dos últimos anos, para além dos dados concretos que nos vêm fornecendo, permitem-nos também aferir e redefinir objectivos, métodos e linhas de investigação mais concisas para novos e mais ambiciosos projectos que neste momento se estão a preparar, na área da construção com taipa.

Bibliografia

[1] OLIVEIRA, Arcângela; LIMA, Helder; RODRIGUES JÚNIOR, João (1999): “Modelos de Taipa”, em Prova de Aptidão Profissional do Curso de Mestre de Construção Civil Tradicional da Escola de Artes e Ofícios Tradicionais de Serpa, Serpa, Portugal.

[2] ROCHA, Carlos Miguel (2000) “Muretes em terra crua. Memória Descritiva”, EPDRS, Serpa, Portugal.

[3] SANTANA, Teresa; FARIA RODRIGUES, Paulina (2005): “Ensaio de caracterização de solos com vista à sua utilização em arquitectura de terra crua”, comunicação ao IV SIACOT.

[4] FARIA RODRIGUES, Paulina (2004): “Argamassas de revestimento para alvenarias antigas. Contribuição para o estudo da influência dos ligantes”. Tese apresentada para obtenção do grau de Doutor em Engenharia Civil na especialidade de Reabilitação do Património Edificado pela Universidade Nova de Lisboa.

Nota Final

Carlos Miguel Rocha é arquitecto e foi Professor e Coordenador do Curso de Mestre de Construção Civil Tradicional da EAOTS e da EPDRS (1997 a 2002), Chefe de Obra em empresas espanholas de restauro do património (2002 a 2004) e Professor em Cursos de Verão de Construção com Terra. Actualmente desempenha as funções de Arquitecto (Técnico de Património) na UPD do Grupo de Ciudades Patrimonio de la Humanidad en España. É presidente da direcção da Associação Centro da Terra.

Paulina Faria Rodrigues é Mestre em Construção pelo IST/UTL, doutorada em Engenharia Civil na especialidade de Reabilitação do Património Edificado pela FCT/UNL, onde lecciona Materiais, Física, Tecnologias e Patologias da Construção. É membro fundador da Associação Centro da Terra.